

□ 특 집 □

차세대 인터넷 동향

The Trend of Next Generation Internet

송 관 호 †

◆ 목 차 ◆

- | | |
|---------------|----------|
| 1. 개 요 | 4. 국내 현황 |
| 2. 국의 현황 | 5. 결 론 |
| 3. 차세대 인터넷 기술 | |

1. 개 요

차세대 인터넷이란 인터넷 주소 공간의 부족, 멀티미디어 서비스 제공을 위한 인터넷 QoS(Quality of Service)지원의 부족 등 기존 인터넷망이 가지고 있는 문제점을 해결하고 미래의 수요에 대비하여 초고속, 대용량의 새로운 분산 실시간 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 네트워크를 말한다. 이용자간 통신속도가 현재보다 100~1000배 이상 빠르며, 인터넷 기간망의 용량이 수 기가비트에서 수십 기가비트까지 확장된다. 응용서비스 측면에서는 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 꼭 필요한 요소인 QoS가 보장되고 보안이 더욱 강화된다.

선진 각국에서는 이러한 차세대 인터넷 연구개발을 위해 정부, 산업체, 연구기관, 학계가 공동으로 대규모의 연구개발 프로젝트를 추진하고 있으며 이를 통해 21세기의 인터넷 시장을 선점하려 하고 있다. 먼저 미국에서는 연방 정부의 주도하에 추진되는 NGI 계획(Next Generation Internet Initiative)과 미국내 대학이 중심이 되어 추진 중

인 인터넷2(Internet2)가 있다. NGI는 현재보다 1,000배 빠른 인터넷을 테스트베드에서 구현한다는 목표로 국가기술자문회의 주도하에 NSF, DARPA, NIH, NIST, NASA 등과 산하 연구기관이 공동참여하여 2002년까지 5억불을 투자할 계획이다. 인터넷2는 170여 개의 대학을 중심으로 정부와 산업체, 연구기관이 협력하여 초고속 인터넷 구축 및 새로운 기술과 응용 서비스를 개발하려는 연구 중심의 프로젝트이다. 캐나다에서는 정부, 민간, 산업체가 참여하는 컨소시엄인 CANARIE(Canadian Network for the Advancement of Research Industry and Education)을 중심으로 차세대 인터넷 시험망을 구축하고 기술개발을 추진하고 있다. CANARIE 컨소시엄에서는 고도 통신망의 구축과 이용을 통한 산업부문의 경쟁력을 강화하고 캐나다의 통신인프라를 고도화하며 차세대 네트워킹 및 응용기술의 개발과 지원을 목표로 하고 있으며 '93년부터 2000년까지 12억불을 투자하고 있다.

일본에서는 우정성 주관으로 통신총합연구소(CRL)을 중심으로 산·학·연이 참여하여 초고속 라우터, 안전하고 확실한 전송기술, 장해·통신폭주시의 순회기술 개발 등을 목표로 2000년까지 총 3천만불을 추차하고 있다. 우리나라에서도 ETRI를 중심으로 고속인터넷 네트워킹 기술의 개발을

† 정회원 : 한국인터넷정보센터 사무총장
광운대학교 전산대학원 겸임교수

추진해왔으며 일부대학 및 연구소에서 선도시행
망 및 APII 테스트베드를 이용하여 기술개발을
추진하고 있으나 아직까지는 미흡한 실정이었다.

2. 국외 현황

2.1 미국

NGI 계획(Next Generation Internet Initiative)은
21세기를 위한 컴퓨터 통신의 기반구조를 확립하
고, 차세대 인터넷 기술을 주도적으로 연구·개발
함으로써 다음 세기에서도 미국이 여전히 정보
통신 분야에서 주도권을 잡기 위한 목적으로 추
진되고 있는 프로젝트이다.

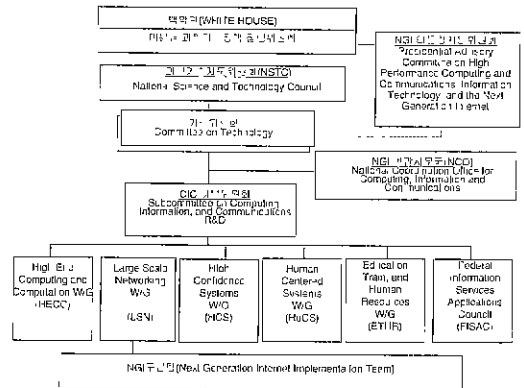
NGI는 미래의 인터넷이 비즈니스, 교육, 문화,
레저 환경에 강력한 컴퓨터와 디스플레이 그리고
네트워크를 통해 시각, 청각, 촉각까지도 통합하
는 강력하고 다양한 기능을 가지는 환경을 제공
할 것으로 보고 있다. 이 환경을 통해서 사람들은
각종 사회활동과 레저 활동을 누릴 것이며 이를
위한 보안기능과 신뢰성, 사생활 보장 등이 이루
어 질 것이다. 활발한 경제 활동, 거주지와 직업
선택의 폭의 확장, 평생 교육 기회의 확대, 공동
체와 국가, 나아가 세계의 활동에 참여할 수 있는
기회의 확대 등이 이런 환경을 통해서 얻어지게
될 것이다. 이에 미국은 연방 정부가 주도하고 민
간 기업과 대학이 연계하여 공동 연구 및 개발을
함으로써 차세대에 필요한 네트워크 기술과 응용
서비스를 연구 개발하고 이렇게 개발된 선도 기
술을 무리 없이 민간 기업에 전수시킴으로써 21
세기에도 여전히 정보 통신분야의 리더로 남으려
하고 있다. NGI 계획은 미국의 21세기의 기술 개
발 정책과 연계되어 있는 많은 정책 중에서 정보
통신의 기반 구조인 Large Scale Networking(LSN)
연구개발 사업에 포함되어 있다. (그림)

정부 주도 프로젝트인 NGI와 달리 인터넷2는
170여 개의 대학을 중심으로 정부와 산업계, 연구

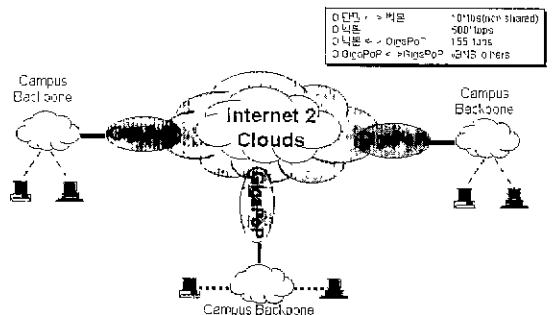
기관이 협력하여 실질적인 초고속 인터넷을 구축
하고 새로운 프로토콜 및 미들웨어, 교육관련 응용
서비스를 개발하려는 연구 중심의 프로젝트이다.

인터넷2는 미국 연구기관을 위한 최첨단 네트
워크 능력을 개발하고 유지하며, 차세대의 어플리
케이션이 광대역 네트워크 성능을 충분히 활용할
수 있도록 네트워크 개발을 유도하고, 이렇게 개
발된 새로운 네트워크 서비스와 어플리케이션을
교육적인 목적으로 빠르게 적용시켜 인터넷을 좀
더 확장시키려는 목적을 가지고 있다.

인터넷2는 초기 backbone 네트워크로 Abilene과
같은 새로운 네트워크뿐만 아니라, vBNS같은 기
존의 초고속 네트워크를 같이 사용할 수 있다. 인
터넷2의 gigaPOP들은 ATM망 또는 SONET망 기
반의 차세대 인터넷 기간으로 연결되며 인터넷2



(미국 NGI 추진체계)



(Internet2의 구조)

에 참가하는 회원들의 네트워크는 gigaPOP을 통해서 인터넷2 서비스와 일반 인터넷 서비스를 제공 받게된다.

NGI와 인터넷2는 서로 다른 성격을 갖고 있지만 대립적인 관계가 아니라 상호 보완적이며 많은 분야에서 실질적인 협력 관계에 있다.

2.2 캐나다

캐나다 비영리 컨소시엄인 CANARIE에서 운영 중인 'Advanced Network' 프로젝트에서는 고속의 인프라 구축을 위해 CA*Net 이라는 비 영리 인터넷 backbone 망을 구축하였으며, 현재 OC-3(155Mbps) 급의 ATM 네트워크인 CA*Net II를 거쳐 CA*Net 3 프로젝트가 진행 중에 있다.

CA*Net II는 1997년 6월에 시작된 프로젝트로써 캐나다의 연구계가 지금의 인터넷에서는 불가능한 새로운 어플리케이션을 개발하고, 진보된 인터넷 기술과 새로운 서비스를 개발할 수 있도록 하기 위해 캐나다 전역을 가로지르는 OC-3급의 ATM 네트워크인 차세대 인터넷 backbone 망을 구축하기 위한 프로젝트이다.

CA*Net II에서는 ATM QoS와 함께 IP QoS의 구현에 중점을 두었고, 네트워크 기술자체의 개발보다는 새로운 기술 개발을 지원할 수 있는 네트워크 서비스를 제공한다는 원칙을 가지고 있었다. 이것은 캐나다의 자체 지역 네트워크인 서로 다른 형태의 RAN(Regional Advanced Network)들이 공존할 수 있도록 이들을 연결하는 국가적인 규모의 backbone 네트워크를 구성하여 상호 협력적인 연구활동을 가능하게 하는 것을 말한다.

CA*Net II에 이어서 CANARIE에서 진행 중에 있는 Advanced Network 프로젝트는 1998년 9월부터 시작된 CA*Net3 계획이다. CA*Net3은 미국의 Abilene 네트워크와 유사한 Optical Internet 구조를 가지며 광케이블의 DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)를 기반으로 하는 WDM coupler나

Optical ADM(Add Drop Multiplexer)를 사용하여 ATM 스위칭 기능과 SONET 스위칭 기능을 가지는 라우터에 접속하는 IP over WDM형태를 갖게 될 것이다. CA*Net 3은 40기가비트의 전송용량을 갖도록 구축되며, 캐나다의 연구기관과 대학에 현존하는 모든 상업 인터넷 네트워크보다 빠른 네트워크를 제공하여 이들의 연구 활동을 고무시키는 역할을 할 것이다.

2.3 일본

일본에서는 1996년부터 2000년까지 5개년 계획으로 차세대 인터넷 기술을 개발하고 있다. 1997년에는 차세대 인터넷 기술 등의 연구 개발을 위한 오픈 테스트 베드로 연구 개발용 기가비트 네트워크의 준비를 했다. 1999년에는 정보 유통과정의 정밀 계측 기술의 개발 및 이를 이용한 계측 데이터의 해석, 시뮬레이션, 모델화와 이에 의해 차세대 인터넷에서의 새로운 통신 규약(프로토콜) 확립을 위한 기초 기술, 대용량 네트워크 상에서의 품질 보증 시스템 구축 기술 등의 통신 방식 고도화에 관계하는 연구개발을 실시하고 있다.

3. 차세대 인터넷 기술

3.1 차세대 인터넷 프로토콜

현재 인터넷에서는 사용되고 있는 IPv4는 best-effort 서비스, IP 주소 공간의 부족, QoS 지원 불가능, scalability 부족 등의 문제점으로 인해 차세대 인터넷에서 사용하기에는 적합하지 않다. 따라서 차세대 인터넷에서는 기존의 인터넷 서비스를 위해서 IPv4를 지원하면서 동시에 IPv4의 문제점을 해결하고 인터넷에서의 차별화 된 QoS 서비스를 제공하기 위해 IP레벨에서 IPv6을 채택하고 있다. IPv6는 128비트의 주소 체계, 보안 및 인증, 데이터의 기밀성과 무결성 지원, 유니캐스트, 애니캐스트, 멀티캐스트 형태의 주소 할당, 실시간

멀티미디어 데이터 서비스를 위한 QoS 지원, 그리고 헤더의 간소화를 통한 처리 비용 절감과 다양한 선택사항을 지원하는 확장 기능을 제공함으로써 미래의 새로운 기능들을 효율적으로 수용할 수 있는 구조로 개선되었다. 그러나 이러한 IPv6 관련 기술들이 장비 이전 비용에 대한 부담, IPv4에서 IPv6로의 이전으로의 기술적 어려움, 인식 부족 등으로 아직 시기 상조로 여겨지고 있다. 그렇지만, 궁극적으로는 차세대 인터넷에서의 IP 프로토콜은 IPv4와 IPv6을 병행 사용하는 과도기를 거쳐 Ipv4에서 IPv6으로 이전될 것이다.

차세대 인터넷에서의 또 다른 가장 중요한 목표 중의 하나인 인터넷 QoS 지원을 위한 방안으로 현재 IETF에서 표준화 작업을 하고 있는 DiffServ 방식을 채택하고 있다. 예를 들어 인터넷2에서는 새로운 IP QoS 기술을 개발하고 적용시키기 위한 Testbed인 QBone에서 QoS를 지원하기 위한 방안으로 DiffServ를 채택하고 있다. 현재의 인터넷이 제공하고 있는 Best-Effort 서비스로는 사용자들이 요구하는 QoS를 제공하는 것은 불가능하다. 이에 인터넷에서의 QoS 지원을 위한 IntServ 방식의 프로토콜인 RSVP나 실시간 전송 프로토콜인 RTP와 RTCP 등이 제공되고 있지만 여러 가지 문제점으로 인해 광 범위의 인터넷에서 QoS를 제공하기에는 많은 제약이 있다. DiffServ란 Differentiated Service의 약칭으로서 IntServ나 Best-Effort와는 차별된 서비스를 보다 현실성이 있으면서도 어느 정도의 QoS를 가지고 제공 한다. 인터넷에서 scalable하고 차별화 된 서비스를 구현하기 위해서는 구조를 정의하고 네트워크 상에서 전달되는 패킷의 특성을 명시할 필요가 있다. 이러한 서비스 특성에는 throughput, delay, jitter 등이 있으며 이것들은 정량적 또는 정성적으로 명시될 수 있다. 또한 네트워크 자원을 접근하기 위한 상대적 우선 순위로도 명시될 수 있다. RSVP는 데이터 스트림 전송 시, 서비스에서 필요한 QoS를 요청

하는데 사용된다. RSVP 예약의 기본은 QoS를 필요로 하는 종단에 대한 요구사항과 QoS를 수신할 데이터 패킷에 대한 정의로 구성된다. RSVP는 응용프로그램으로 하여금 네트워크에게 매 flow마다 시그널링을 하게 하며 IntServ 파라메타들은 Admission Control을 수행할 때 이들 요구사항을 정량화 하는데 사용된다. 그러나 RSVP는 대규모의 네트워크에서는 scalability 문제를 발생시키고, 현재 인터넷상의 소수의 호스트만이 RSVP 시그널링을 할 수 있으며, 많은 응용 프로그램에서 Quality of Service의 형식을 요구하고 있지만 IntServ 모델에서는 이러한 요구를 표현할 수 없는 단점이 있다. 따라서 RSVP는 자원을 추가하는 것보다는 재 할당하는 방법으로 QoS 예약을 할 수 있는 환경에서 유용하며 DiffServ를 지원하는 네트워크에서 RSVP/IntServ를 지원하는 호스트와 네트워크의 지원을 받아 통합적인 Quality of Service를 지원할 수 있다.

3.2 차세대 인터넷 기간망

차세대 인터넷의 속도를 결정하는 고성능의 차세대 인터넷 기간망을 구축하기 위한 기술적 인 시도는 두 가지 방향으로 진행되고 있다. 첫 번째로 패킷 전달의 고속화와 QoS 제공과 같은 링크 계층의 스위칭 기술을 사용하는 것이다. 이런 예로는 미국의 vBNS, 캐나다의 CANet2가 있으며 이들은 ATM 기반의 IP 망으로 구성되었다. 두 번째 방향은 고속의 패킷 처리 능력을 갖는 기가비트(gigabit) 라우터 혹은 테라비트(terabit) 라우터를 기반으로 한 현재의 인터넷 라우터 기반의 망을 고속화하는 시도이다. 이것은 최근 고속 라우터의 개발과 함께 크게 주목 받고 있는 방식이다. 이러한 차세대 인터넷 라우팅 파라다임에 근거한 구체적인 기술적인 대안으로 논의되고 있는 것이 IP over ATM, IP over SONET/SDH, 그리고 최근의 IP over WDM이라고 불리는 광 인터넷(Optical

Internet)이다.

IP over ATM(over SONET) 방식에서는 IP패킷을 ATM 셀로 변환하는 과정에서 IP over SONET/SDH에 비해 많은 오버헤드가 발생한다. 그러나 IP 패킷을 ATM기술을 이용하여 전달함으로써 다중 스트림을 통한 대역폭 관리, 트래픽에 따른 네트워크 자원 할당과 패킷 처리가 가능한 QoS 제공 능력, 글로벌한 어드레싱(Addressing)과 SVC(Switched Virtual Circuit)를 통한 망 복구능력, 그리고 트래픽 제어 기능 등의 장점을 얻게 된다.

IP over SONET/SDH 기술은 정확히 표현하면 IP over PPP over HDLC over SONET/SDH로 표현된다. 이 기술은 라우터들간에 점-대-점 연결을 가지는 구조로 되어있으며 ATM과 같은 IP 패킷의 분리과정 없이 패킷을 온전하게 수용할 수 있다. 따라서 IP 패킷의 분리과정에 드는 오버헤드는 없어지지만 IP와 SONET 계층 중간에 ATM을 배제함으로써 ATM이 가져다 주는 많은 장점들을 가지지 못한다. IP over ATM(over SONET)과 IP over SONET/SDH의 비교는 결국 IP 패킷을 전달하기 위해서 IP 계층과 SONET/SDH 계층 사이에서 ATM 계층의 존재 의미에 대한 논의이다. 현재 IP 계층이 제공하지 못하는 기능을 위해서는 ATM 계층의 오버헤드라는 비용을 감수하면서 ATM 계층의 역할을 필요로 한다. 하지만 IP 계층에서 이러한 기능을 제공한다면 ATM 계층은 불필요하게 된다.

마지막으로 IP over WDM 기술은 폭증하는 인터넷 트래픽을 감당하는데 있어서 발생하는 SONET 구조의 업그레이드 문제를 해결하기 위한 궁극적인 해결책으로서, 인터넷 기간망의 구조에 WDM을 이용한 광 전달망을 사용한다. 이와 같이 IP 전달망을 WDM 구조로 이행할 경우 첫째, 기존의 TDM 구조와 병행하여 진화해 나갈 수 있으며 둘째, 기존의 ATM과 SONET/SDH망을 단일 모드 광에 파장을 달리하여 전송함으로써 확장성을 제

공함과 동시에 각 파장에 대한 전송율에 대한 제한이 없어 동기, 비동기 신호, OC-3, OC-12, OC-192이상의 신호를 각 파장에 보낼 수 있다. 셋째, WDM의 경우 현재의 TDM 기술 외에 앞으로 개발될 TDM 기술의 적용이 가능해 용량 확장에 제약을 두지 않는다.

위와 같은 장점으로 인해 WDM 기술은 기존 광 선로에 SONET/SDH를 대체할 기술로 인정되고 있으며 장기적인 안목에서 WDM이 망 용량의 무한적인 증가와 기존망의 수용성측면에서 차세대 인터넷 기간망의 유력한 후보로 지목되고 있다.

4. 국내 현황

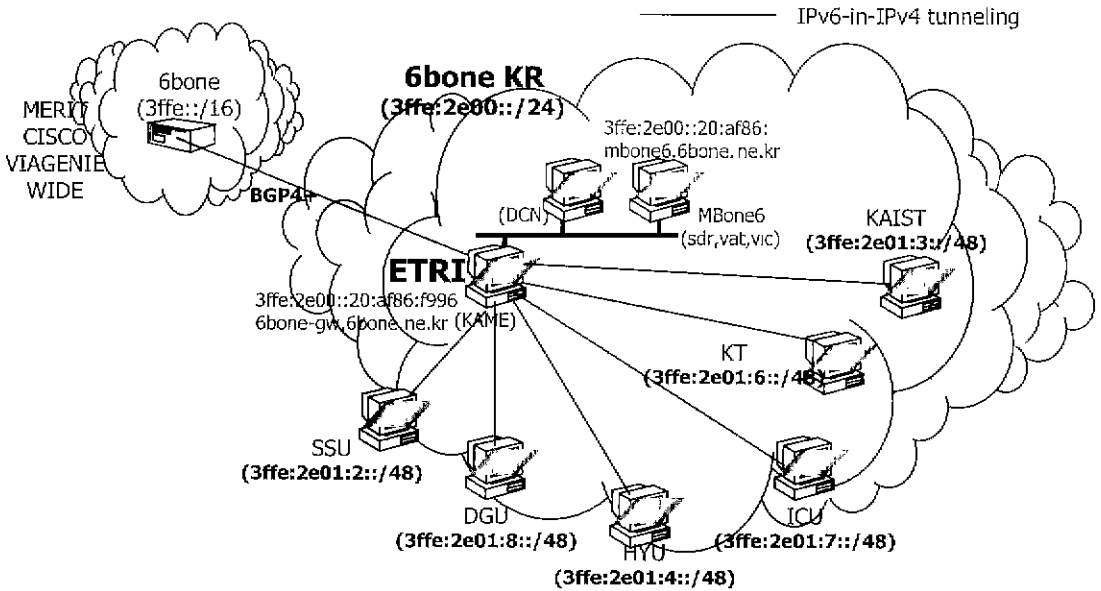
4.1 차세대 인터넷 개발을 위한 선행연구

차세대 인터넷 기술을 국내에서 개발할 필요가 있는지와 선진국으로부터 도입하여 사용하는 것이 국익에 더 도움이 되는지 사전검토하기 위해 차세대 인터넷 개발을 위한 선행연구를 추진하였다. 이러한 선행연구는 1차 및 2차로 구분하여 추진되었는데 1차 연구에서는 차세대 인터넷 기술의 국내 개발여부를 검토하였으며 1차 연구 결과 연구개발의 필요성이 도출됨에 따라 국제경쟁력이 있는 분야 및 개발과제를 도출하기 위해 2차 연구를 추진하였다. 선행연구는 '99. 7월부터 9월까지 3개월간 정보통신부, KISDI, ETRI, 한국전산원, 통신사업자, 장비 제조업체, 대학, 연구소 등 모든 관련기관에서 참여하였으며 선행 연구 결과 차세대 인터넷 기술개발의 방향을 확정할 수 있게 되었다.

4.2 차세대 인터넷 기술 개발

4.2.1 기술 개발의 필요성

차세대 인터넷 개발을 위한 선행연구 결과 차세대 인터넷 기술개발의 필요성이 도출되었다. 먼저 국내에서는 주로 음성통신 위주의 교환기 및



(6 bone KR의 구조)

전송기술의 연구개발에 주력함에 따라 인터넷 기반기술이 극히 취약하며 인터넷 사회에서 국가경쟁력 확보를 위해서는 전문기술개발 및 인력 양성이 시급한 것으로 파악되었다. 두 번째로는 폭증하는 국내 인터넷 트래픽과 이용자의 수용을 위해서는 현재 인터넷의 문제점을 해결할 수 있는 차세대 인터넷 기술이 필요한 점이다. 특히 QoS의 보장, 정보보호, IPv6 프로토콜, 테라급 초고속 전송, 전달 기술 등의 확보가 시급한 실정이다. 마지막으로 인터넷 기술의 수명은 0.5년에서 5년으로 점차 짧아지고 있어 급변하는 기술 및 시장환경의 변화에 적응하기 위해서는 자체 기술의 확보가 필요한 것으로 판단되었다.

4.2.2 기술개발 추진전략

단기적으로는 세계시장을 선도하는 벤더들의 횡포를 막기 위한 기술력을 확보하여 국내 산업 경쟁력을 확보하며 중장기적으로는 기술적 우위를 확보할 수 있는 분야에서 차세대 인터넷 핵심 기술을 확보하여 세계 인터넷 시장의 선도할 수

있도록 할 계획이다. 이를 위해서 우리나라의 기술수준과 기술격차를 고려하여 높은 개발 성과가 예상되는 분야의 기술을 선택하여 대상분야에 집중적인 연구개발 투자를 할 계획이며 시장수요와 상품화를 우선적인 목표로 기술개발 추진체제를 가져가게 된다. 또한 산·학·연 컨소시엄의 구성에 의한 공동연구, 국제 공동연구, 투자배분방식에 의한 중소벤처기업의 참여 등을 통해 국내 연구개발 관련 자원과 인프라를 최대한 활용할 계획이다.

5. 결 론

국내의 차세대 인터넷 구축 종합 계획을 수립하고 고속의 차세대 서비스의 이용을 활성화시키며 차세대 인터넷을 구축 및 관리하기 위해서는 차세대 인터넷 전담조직에 예산 및 사업관리 등 기능 부여로 국내 유관기관간 차세대 인터넷 협의체를 구성하여 국가차원의 새로운 비전을 정립하고, ETRI, 통신사업자, 학계 및 이용기관 중심의 차세대 인터넷 기반기술 개발 및 응용서비스간

역할분담과 책임을 명확히 하여야 한다. 또한, 국내수준에 맞는 연구, 개발과 서비스의 결합시키고, 협의, 조정기구의 설립 및 기능을 강화시켜야 한다.

참고문헌

- [1] “차세대 인터넷의 인프라 구축 및 서비스 활성화 방안”, 차세대 인터넷 학술행사, 1999.
- [2] Next Generation Internet Initiative, 미국, <http://www.ngi.gov>
- [3] “APAN-KR & WIO6 워크샵”, 한국인터넷협의회(KRIA), APAN-KR, 1999.8.



승 관 호

1980년 서울대학교 전자공학과 (이학사)
 1995년 광운대학교 전자통신공학과 (공학박사)
 1997년 서울대학교 행정대학원 정보통신정책과정 수료
 1998년 미국 메릴랜드대학 컴퓨터공학과 교환교수
 1979년-1985년 LG전선연구소 광통신개발 선임연구원
 1985년-1987년 데이콤연구소 미래연구실장
 1987년-1999년 한국전산원 국가정보화센터 단장
 1999년-현재 한국인터넷정보센터 사무총장
 1999년-현재 광운대학교 전산대학원 겸임교수
 관심분야 : 광통신, 초고속정보통신망, 보안기술, 차세대 인터넷

◆ SETC'2000 ◆

- 제3회 산·학·연 소프트웨어공학기술 학술대회 -

- ◎ 주 관 : 한국전자통신연구원
- ◎ 주 최 : KIPS 소프트웨어공학연구회, ICU 정보통신교육원
- ◎ 후 원 : 한국소프트웨어산업협회
- ◎ 일 시 : 2000년 5월 26(금)~27(토)
- ◎ 장 소 : 광주 소프트웨어 지원센터
- ◎ 내 용 : - 초청강연
- 튜토리얼
- 논문발표
- ◎ 논문모집 : 소프트웨어공학 전분야
- ◎ 논문마감 : 2000년 4월 29일(토) - 기일업무 요망 -
- ◎ 제출형식 : 정보처리학회지 2000년 1월호 참조(4~6page)
- ◎ 제 출 처 : 한국정보처리학회 사무국(출력물 2부, 디스켓 1매)
- ◎ 제출문의 : 소프트웨어공학연구회 이하용 선임(Tel:0361-241-0084)
E-mail : insq@unitel.co.kr